

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sejalan dengan berkembangnya Industri di Indonesia, usaha diversifikasi telah banyak dilakukan. Bahan mentah atau setengah jadi diolah menjadi produk, sehingga mengurangi ketergantungan pada produk impor. Dalam usaha ini pemerintah memprioritaskan pada pembangunan industri yang dapat merangsang pertumbuhan industri yang lain, sehingga diharapkan pertumbuhan tersebut akan semakin pesat.

Perkembangan teknologi dan industri tersebut menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan produk metil metakrilat. Metil metakrilat dengan rumus molekul $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3$ merupakan senyawa turunan ester yang dapat digunakan dalam industri cat, industri peralatan rumah tangga, industri komestik dan industri polimer (Ullmann's, 2000).

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan metil metakrilat adalah aseton sianohidrin, asam sulfat dan metanol. Kemampuan metil metakrilat untuk berpolimerasi pertama kali diketahui pada tahun 1880 ketika diperoleh serbuk putih hasil distilasi metil metakrilat (Ullmann's, 2000).

Pengakuan awal terhadap kemampuan metil metakrilat dan turunannya untuk penggunaan secara komersil ditemukan pada tesis doctoral Otto Rohm dari University of Tübingen pada tahun 1901, yang menggambarkan pembuatan lembaran seperti karet yang jernih dan tidak berwarna. Walaupun Rohm memperoleh paten untuk aplikasi akrilat pada tahun 1914, proses komersil untuk pembuatan monomer metakrilat tidak dikembangkan sampai tahun 1930-an (Ullmann's, 2000).

Pada tahun 1983 metil metakrilat mulai diproduksi di Jepang oleh group Mitsubishi melalui proses oksidasi isobutan yang dikembangkan kembali pada tahun 1988 melalui proses aseton sianohidrin. Sampai saat ini metil metakrilat sangat diperlukan untuk berbagai jenis bahan baku di industri kimia. Dengan meningkatnya kebutuhan akan metil metakrilat, maka diperlukan pengembangan metode esterifikasi yang memungkinkan produksi secara kontinyu dan efisien (Ullmann's, 2000).

Pertimbangan utama yang melatarbelakangi berdirinya pabrik metil metakrilat ini, pada prinsipnya adalah sama dengan sektor-sektor lain yaitu untuk melakukan usaha yang secara sosial-ekonomi cukup menguntungkan. Karena sifatnya yang prospektif dimasa yang akan datang dalam pengertian memiliki potensi pasar, mudah memperoleh bahan baku, teknologi yang dibutuhkan dapat terpenuhi dan terdapatnya tenaga pelaksana, maka keuntungan dapat dicapai dengan adanya pendirian pabrik metil metakrilat namun sifat prospektif ini akan terlaksana dengan kemampuan modal yang memadai.

Di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, metil metakrilat banyak digunakan dalam industri pelapis kulit (24%), industri kosmetik (21%), industri cat (18%), industri peralatan rumah tangga (10%), industri polimer (8%) dan untuk industri lainnya (19%). Namun di Indonesia metil metakrilat ini masih terbatas penggunaannya pada industri plastik, industri jenis resin, perekat dan industri cat. Berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS) diketahui bahwa kebutuhan metil metakrilat di Indonesia cenderung terus meningkat setiap tahunnya dan sampai saat ini belum ada pabrik yang memproduksi metil metakrilat, sehingga seluruh kebutuhan metil metakrilat di dalam negeri masih di impor dari beberapa Negara di Asia, Eropa dan Amerika.

1.2 Kapasitas Pabrik

Di dalam pemilihan kapasitas pabrik metil metakrilat ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Kebutuhan metil metakrilat di Indonesia
2. Ketersediaan bahan baku
3. Kapasitas yang sudah beroperasi

1.2.1 Kebutuhan dan Konsumsi metil metakrilat di Indonesia

Berdasarkan data impor dari Biro Pusat Statistik di Indonesia dari tahun 2000 – 2005, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan impor metil metakrilat seiring dengan kondisi industrialisasi di Indonesia. Peningkatan kebutuhan metil metakrilat di Indonesia dapat dilihat pada tabel di bawah ini

**Tabel 1.1 Data Kebutuhan Metil Metakrilat
di Indonesia (BPS, 2000-2009)**

Tahun	Berat (kg)
2000	7.292.777
2001	11.175.944
2002	11.798.256
2003	11.802.208
2004	14.890.236
2005	12.411.280
2006	21.538.326
2007	22.682.810
2008	23.563.332
2009	24.287.233

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk industri metil metakrilat adalah aseton sianohidrin, asam sulfat, dan metanol. Bahan baku berupa asam sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik (kapasitas 600.000 ton/tahun) dan bahan baku yang berupa metanol dapat diperoleh dari pulau Kalimantan terutama pulau Bunyu, sedangkan bahan baku yang berupa aseton sianohidrin diperoleh secara impor dari negara Jepang, Singapura, dan Taiwan. Sedangkan area Gresik terletak dekat dengan pelabuhan, sehingga akan mempermudah pengadaan bahan baku yang digunakan.

1.2.3. Kapasitas yang beroperasi

Diperoleh data bahwa kapasitas minimal yang sudah ada untuk pendirian pabrik metil metakrilat adalah 20.000 ton/tahun yang berlokasi di Spanyol. Sedangkan kapasitas terbesar sampai saat ini untuk pabrik tersebut adalah 430.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik di Deer Park, Texas (Nexan chem system, 2005).

Berdasarkan pada hal-hal tersebut diatas, maka dalam perancangan pabrik metil metakrilat ini dipilih dengan kapasitas 100.000 ton/tahun dan pabrik mulai beroperasi pada tahun 2013. Kapasitas perancangan ini ditetapkan sebesar 100.000 ton/tahun dengan alasan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu impor.
2. Dapat membuka kesempatan berdirinya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat.
3. Sebagian produk bisa diekspor ke Cina, Amerika, Jepang, Malaysia sehingga menghasilkan tambahan devisa bagi negara.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam perancangan pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka pabrik metil Metakrilat ini direncanakan akan didirikan di Gresik Jawa Timur. Pertimbangan-pertimbangan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sarana Transportasi

Transportasi yang diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku ditunjang dengan adanya pelabuhan Gresik yang akan memudahkan impor barang – barang kebutuhan pabrik.

2. Pemasaran Produk

Besar kecilnya pangsa pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Pabrik metil metakrilat yang akan didirikan ini bertujuan untuk memenuhi permintaan dalam negeri dan untuk diekspor. Untuk pemasaran dalam negeri yaitu pulau Jawa dan Sumatra. Untuk pemasaran luar negeri yaitu

pabrik plastik (Malaysia, Australia, Cina), pabrik resin (Jepang, Malaysia, Cina), pabrik cat (Jepang), pabrik kosmetik (Argentina, Amerika). Dengan perbandingan prosentase 25% dari kapasitas produksi untuk kebutuhan dalam negeri dan sisanya untuk di ekspor ke luar negeri.

3. Bahan Baku

Kebutuhan Asam sulfat dapat diperoleh dengan mudah dari PT. Petro Kimia Gresik dan bahan baku yang berupa metanol dapat diperoleh dari pulau Kalimantan terutama pulau Bunyu, sedangkan bahan baku yang berupa aseton sianohidrin diperoleh secara impor dari negara Jepang, Singapura, dan Taiwan. Karena area Gresik terletak dekat dengan pelabuhan, sehingga akan mempermudah pengadaan bahan baku yang digunakan.

4. Fasilitas Air (Alfan, 2001)

Di Jawa Timur mempunyai terdapat banyak sungai, dua diantaranya merupakan sungai terbesar dan terpanjang. Yakni sungai Brantas dengan sumber airnya dari di lereng gunung Anjasmoro yang bermuara di selat Madura yang membelah daerah tengah sepanjang 317 Km. Selain itu Bengawan Solo panjangnya 540 Km yang mengalir di daerah utara dengan sumber mata airnya di Wonogiri dan bermuara di laut jawa. Yang Keduanya dapat digunakan sebagai sumber air utilitas.

5. Tenaga Kerja (Alfan, 2001)

Menurut badan statistic kabupaten gresik tahun 2001 jumlah tenaga kerja di kota gresik sebesar 189.324 orang, dengan 37.532 orang merupakan tenaga terdidik. Sehingga tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah disekitarnya, baik tenaga kasar maupun tenaga terdidik.

6 Keadaan tanah

Gresik merupakan bukan daerah subur untuk bercocok tanam, karena sebagian besar terletak di dataran rendah. Perkembangan kota diarahkan kearah industri yaitu sebesar 48,02% sebagai kegiatan ekonominya Sedangkan untuk pertanian hanya 11,25%.

7. Kemasyarakatan

Keadaan sosial kemasyarakatan sudah terbiasa dengan lingkungan industri yaitu dengan jumlah industri sebesar 5.081 unit. Dimana lokasi yang paling terkenal dengan kompleks industri adalah Kawasan Industri Gresik yang didirikan pada tahun 1990. Sehingga pendirian pabrik baru dapat diterima dan dapat beradaptasi dengan mudah dan cepat.

8. Utilitas

Untuk kawasan industri di Gresik, kebutuhan listrik dapat disuplai dari pembangkit tenaga listrik seperti PLTU dan PLTG Gresik.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses Berdasarkan Bahan Baku

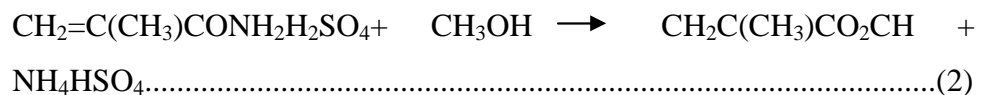
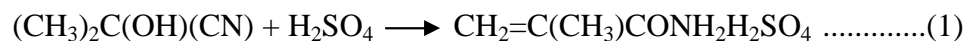
Berdasarkan bahan baku yang digunakan proses pembuatan metil metakrilat dapat dibedakan menjadi tiga cara yaitu:

- Metil metakrilat dari aseton sianohidrin.
- Metil metakrilat dari isobutanol atau dari isobutilen.
- Metil metakrilat dari etilen.

1.4.1.1 Metil metakrilat dari aseton sianohidrin.

Pendekatan yang paling aman untuk sintesa metil metakrilat (MMA) adalah dengan hidrolisa metakrilamid sulfat, yang didapat dari aseton sianohidrin.

Reaksinya:



Aseton sianohidrin direaksikan dengan asam sulfat berlebih (1,4 – 1,8 mol asam sulfat per mol aseton sianohidrin) untuk menghasilkan metakrilamid sulfat. Asam sulfat bertindak sebagai reaktan, katalis dan pelarut untuk reaksi. Reaksi ini berlangsung di dalam reaktor berpengaduk pada suhu 130°C dengan tekanan operasi 1 atm, dalam reaktor esterifikasi

dengan penambahan metanol berlebih untuk mendapatkan MMA dan ammonium bisulfat dengan kondisi reaktor 150°C pada tekanan 7 atm. Selanjutnya aliran keluar reaktor dialirkan melalui kolom stripper untuk memisahkan kandungan asam dari MMA. MMA yang masih banyak mengandung pengotor dimasukkan kolom distilasi yang selanjutnya dimurnikan di dekanter agar didapatkan produk yang lebih murni (Mcketta, 1989).

1.4.1.2 Metil metakrilat dari isobutanol atau isobutilen.

Tahap pertama dari reaksi ini adalah mengoksidasi isobutanol menjadi metakrolein. Sedang tahap kedua adalah mengoksidasi metakrolein menjadi MMA. Kedua reaksi ini berlangsung dengan bantuan katalis. Katalis yang umum dipakai pada tahap pertama adalah oksida logam multi komponen yang mengandung bismut, molibdenum dan sejumlah logam lain untuk meningkatkan aktivitas dan selektivitas. Sedang katalis tahap kedua adalah katalis yang dasarnya mengandung fosfolibdat, namun juga mengandung logam alkali untuk mengontrol keasaman. Masing-masing reaksi ini berlangsung dalam reaktor yang berbeda.

Reaksinya:



Reaktor oksidasi pertama beroperasi pada suhu 300-400°C, dengan tekanan operasi 1-2 atm. Sedang reaktor oksidasi tahap kedua beroperasi pada suhu 270-350°C, dengan tekanan operasi pada 1-10 atm. Waktu tinggal bahan adalah 0,2-30 detik. Selanjutnya aliran keluar reaktor kedua dialirkan melalui *scrubber* untuk mendapatkan *crude* MMA. Keluaran *scrubber* yang berupa gas dilewatkan ke dalam *absorber* untuk menyerap *methakrolein* yang tidak bereaksi. Sebagai penyerap biasanya digunakan larutan asam-asam karboksilat. Gas buang dari *absorber* dikirim ke unit

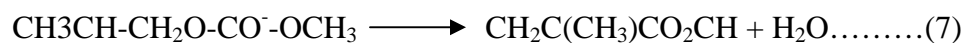
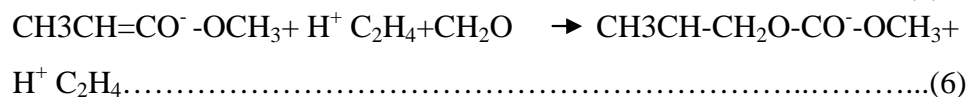
pembakaran sebelum dibuang ke udara. Sedang *methakrolein* yang terserap dialirkan ke *stripper*, dimana *methakrolein* akan dikembalikan ke reaktor kedua dan penyerap dikembalikan ke *absorber*. MMA mentah yang diperoleh dikirim ke menara distilasi untuk mendapatkan MMA dengan kemurnian yang tinggi (Mcketta, 1989).

1.4.1.3 Metil metakrilat dari etilen.

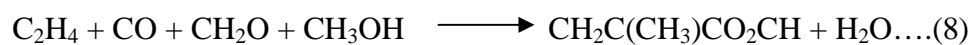
Cara lain untuk mendapatkan MMA adalah dengan cara kondensasi dengan asam propinat untuk mendapatkan MMA dan kondensasi formaldehid dengan propanol untuk mendapatkan metakrolein.

Pertama proses dihidroformilasi dilakukan untuk mendapatkan propanol, selanjutnya reaksi kondensasi dengan formaldehid untuk menghasilkan metakrolein. Reaksi ini berlangsung pada suhu 450°C dan tekanan operasi 6 atm. Reaksi ini akan memberikan konversi sebesar 68% dengan menggunakan katalis berupa logam multi komponen (Mcketta, 1989).

Reaksinya:



Overall reaksi



Berdasarkan ciri pada tabel 1.2, masing-masing proses pembuatan metil metakrilat yang dipilih adalah yang menggunakan proses dengan bahan baku aseton sianohidrin, dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses ini menghasilkan konversi yang paling tinggi, yaitu 97-98%.
2. Kondisi operasi yang mudah dicapai sehingga tidak memerlukan perlakuan awal yang rumit dan tidak memerlukan energi yang besar.

3. Katalis yang digunakan juga sebagai reaktan dan pelarut sehingga tidak memerlukan perlakuan khusus seperti pada proses yang lain.

Tabel 1.2. Pemilihan Proses

	Bahan baku Aseton Sianohidrin	Bahan baku Isobutilen / Isobutanol	Bahan baku Etilen
Alat Proses	Lebih sederhana	Lebih rumit karena memerlukan banyak alat	Lebih rumit karena memerlukan banyak alat
Operasi	1. Hidrolisa 2. Esterifikasi	Oksidasi 2 tahap	Kondensasi
Suhu operasi	1. 130 °C 2. 150 °C	1. 300-400°C 2. 270°C-350°C	450°C
Tekanan operasi	1. 1 atm 2. 7 atm	1. 1-2 atm 2. 1-10 atm	6 atm
Konversi	97-98%	30%	68%
Katalis	Cair	Padat	Padat
Ekonomi	Bahan baku lebih murah. Alat proses murah	Bahan baku mahal. Alat proses mahal	Bahan baku murah. Alat proses jauh lebih mahal.

1.4.2 Kegunaan Produk

Secara komersil metil metakrilat banyak digunakan sebagai bahan baku polimer, dimana polimer (polimer metakrilat) tersebut dapat diproduksi menjadi plastik yang kuat, transparan dan mempunyai kestabilan yang tinggi.

1.4.3 Sifat Fisik dan Kimia

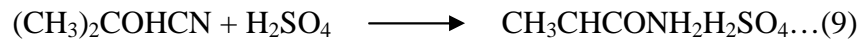
A. Aseton Sianohidrin (Kirk and Othmer, 1983)

A.1. Sifat Fisis

Rumus molekul	: $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})(\text{CN})$
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 85,11 g/mol
Titik didih	: 170,85°C
Titik lebur	: -19°C
Temperatur kritis	: 373,85°C
Tekanan kritis	: 41,905 atm
Densitas	: 923,2938 kg/m ³ (pada T=30°C)
Viskositas	: 0,59 cp (pada T=30°C)
Kemurnian	: minimal 98% berat aseton sianohidrin
Impuritas	: maksimal 2% berat air

A.2. Sifat Kimia

Bereaksi dengan asam sulfat membentuk metakrilamid sulfat



B. Asam Sulfat (Kirk and Othmer, 1983)

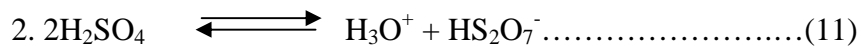
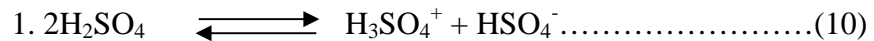
B.1. Sifat Fisis

Rumus molekul	: H_2SO_4
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Titik didih	: 336,85°C
Titik lebur	: 10,49°C
Temperature kritis	: 651,85°C
Tekanan kritis	: 63,104 atm
Densitas	: 1826,9712 kg/m ³ (pada T=30°C)
Viskositas	: 19,7 cp (pada T=30°C)
Kemurnian	: minimal 98% berat asam sulfat

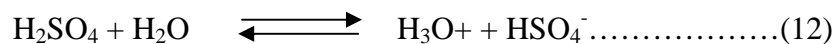
Impuritas : maksimal 2 % berat air

B.2. Sifat Kimia

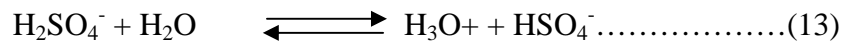
1. Merupakan asam kuat
2. Bersifat higroskopis
3. Asam sulfat murni sangat kecil sekali ter-ionkan



Kecilnya asam sulfat yang terionkan inilah yang menyebabkan konduktivitas termal asam sulfat mempunyai harga terendah pada kemurnian 100%. Jika asam sulfat murni dilarutkan dalam air, dissosiasi terjadi sangat cepat.



Dengan terjadinya dissosiasi ini maka konduktivitasnya akan naik sangat cepat, dan pada kandungan air yang tinggi dissosiasi kedua akan terjadi



C. Metanol (Kirk and Othmer, 1983)

C.1. Sifat Fisis

Rumus molekul	: CH ₃ OH
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 32,04 gr/mol
Titik didih	: 64,75°C
Titik lebur	: -97°C
Temperatur kritis	: 239,43°C
Tekanan kritis	: 79,81 atm
Densitas	: 782,8067 kg/m ³ (pada T=30°C)
Viskositas	: 0,5059 cp (pada T=30°C)
Kemurnian	: minimal 85 % berat metanol
Impuritas	: maksimal 15 % berat air

C.2. Sifat Kimia

Metanol merupakan alkohol alifatik dengan rumus molekul CH_3OH yang reaktivitasnya ditentukan oleh gugus hidroksinya. Reaksi dengan methanol terjadi melalui pecahnya gugus C-O dan ikatan -H. Reaksi yang penting dalam industri :

1. Dengan logam Na membentuk sodium metilat dan gas H_2
$$\text{CH}_3\text{OH} + \text{Na} \longrightarrow \text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2 \dots\dots\dots (14)$$
2. Dengan asam acrylate membentuk methyl acrylate
$$\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_2=\text{CHOOH} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O} \dots (15)$$
3. Dengan asam sulfat membentuk dimetil sulfat
$$2\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots (16)$$
4. Dehidrogenasi metanol akan menghasilkan formaldehid
$$\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2 \dots\dots\dots (17)$$

1.4.3.2. Produk

A. Metil Metakrilat (Kirk and Othmer, 1983)

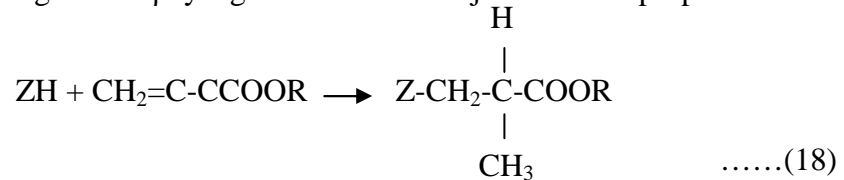
A.1. Sifat Fisis

Rumus molekul	: $\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3$
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 100,11 g/mol
Titik didih	: 100,35° C
Titik lebur	: -48° C
Temperatur kritis	: 290,85° C
Tekanan kritis	: 36,28 atm
Densitas	: 931,7573 kg/m ³ (pada T=30° C)
Viskositas	: 0,512 cp (pada T=30° C)
Kemurnian	: minimal 99 % berat metil metakrilat
Impuritas	: maksimal 1 % impuritas

A.2. Sifat Kimia

1. Reaksi adisi pada ikatan rangkap karbon

Penambahan hidrogen sianida, hidrogen halida, hidrogen sulfida, mercaptan, alkil amina, alkohol, fenol atau fosfin akan menghasilkan β yang tersubstitusi menjadi α -metil propinat.



2. Reaksi Dies-Alder

Reaksi Dies-Alder terjadi dengan diena, seperti butadiena dan siklopentadiena.

B. Ammonium Bisulfat (Kirk and Othmer, 1983)

B.1. Sifat Fisis

Rumus molekul	: NH_4HSO_4
Bentuk fisik	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 115,12 g/mol
Titik didih	: 216°C
Titik lebur	: -30°C
Densitas	: $1247,876 \text{ kg/m}^3$ (pada $T=30^\circ\text{C}$)

B.2. Sifat Kimia

Reaksi Oksidasi

Ammonium bisulfat dapat dioksidasi membentuk asam sulfat, nitrogen dan air.

